

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

до виконання лабораторних робіт

із навчальної дисципліни

**«НОВІ ПОЛІМЕРНІ КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ  
СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ»**

*(для студентів 1 курсу денної форми навчання  
освітнього рівня «магістр» за спеціальністю  
161 – Хімічні технології та інженерія)*

**Харків  
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова  
2020**

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Нові полімерні композиційні матеріали спеціального призначення» (для студентів 1 курсу денної форми навчання освітнього рівня «магістр» за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. Г. І. Гуріна. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 60 с.

Укладач Г. І. Гуріна

Рецензент

**О. О. Мураєва**, кандидат хімічних наук, доцент (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова)

*Рекомендовано кафедрою хімії та інтегрованих технологій, протокол № 5 від 15.10.2019.*

## ЗМІСТ

Вступ .....	5
1 Аналіз та розрахунки рецептур, технологія одержання та властивості наноконпозиційних матеріалів та покриттів.....	8
1.1 Завдання для самостійної підготовки.....	9
1.2 Теоретичні положення.....	9
1.3 Аналіз та розрахунки рецептури матеріалу .....	10
1.4 Технологія одержання .....	17
1.5 Визначення одиничних показників якості одержаних наноконпозиційних матеріалів та покриттів на їхній основі.....	18
2 Аналіз та розрахунки рецептур, технологія одержання та властивості водно дисперсійних бактерицидних матеріалів та покриттів на їхній основі.....	20
2.1 Завдання для самостійної підготовки.....	20
2.2 Теоретичні положення.....	21
2.3 Аналіз та розрахунки рецептури матеріалу.....	23
2.4 Технологія одержання воднодисперсійних бактерицидних матеріалів.....	24
2.5 Визначення одиничних показників якості воднодисперсійних бактерицидних матеріалів та покриттів на їхній основі.....	26
3 Аналіз та розрахунки рецептур, технологія одержання та властивості воднодисперсійних теплоізоляційних матеріалів та покриттів на їхній основі .....	28
3.1 Завдання для самостійної підготовки.....	29
3.2 Теоретичні положення.....	29
3.3 Аналіз та розрахунки рецептури матеріалу.....	30
3.4 Технологія одержання воднодисперсійних теплоізоляційних матеріалів .....	30
3.5 Визначення одиничних показників якості одержаних воднодисперсійних теплоізоляційних матеріалів та покриттів на їхній основі .....	31
4 Аналіз та розрахунки рецептур, технологія одержання та властивості інтумесцентних та негорючих матеріалів та покриттів на їхній основі..	34
4.1 Завдання для самостійної підготовки.....	34
4.2 Теоретичні положення.....	34
4.3 Аналіз та розрахунки рецептури матеріалу.....	35
4.4 Технологія одержання інтумесцентних та негорючих матеріалів та покриттів на їхній основі.....	40
4.5 Визначення одиничних показників якості одержаних інтумесцентних та негорючих матеріалів та покриттів на їхній основі.....	40
Список літератури.....	44
Додатки.....	45

## Вступ

Перспективним напрямком розвитку хімії та технології композиційних матеріалів є створення нових полімерних композиційних матеріалів спеціального призначення внаслідок ретельного та обґрунтованого вибору компонентів композицій для одержання матеріалів з унікальними властивостями. Таким чином були створені матеріали, які є предметом даних методичних рекомендацій, а саме наноконпозиційні матеріали завдяки застосуванню наночастинок пігментів та наповнювачів у композиційних лакофарбових матеріалах, водно дисперсійні бактерицидні матеріали з синергетичною дією різних типів дезінфектантів та бактерицидів, воднодисперсійні теплоізоляційні матеріали на основі керамічних мікросфер, інтумесцентні та негорючі матеріали з системою коксоутворювачів, дегідратуючих агентів та спінюючих речовин. Яскраві властивості таких матеріалів обумовлюють їхні сфери застосування, тому такі матеріали відносять до групи матеріалів цільового чи спеціального призначення.

Метою виконання лабораторного практикуму із навчальної дисципліни «Нові полімерні композиційні матеріали спеціального призначення» є вивчення студентами концептуальних підходів до основних алгоритмів складання рецептур важливіших типів нових полімерних композиційних матеріалів спеціального призначення: пігментованих, водно дисперсійних, органорозчинних, засвоєння понять система покриттів, КОКП, ОКП, ООКП, еквівалентна вага, адитиви для одержання нових полімерних композиційних матеріалів спеціального призначення.

Результати навчання за дисципліною «Нові полімерні композиційні матеріали спеціального призначення» пов'язані із набуттям теоретичних знань та практичних навичок щодо технології виробництва сировини, напівфабрикатів та пігментованих наноконпозиційних матеріалів, принципів аналізу та розрахунків рецептур нових пігментованих полімерних композиційних матеріалів спеціального призначення, нових полімерних композиційних матеріалів з бактерицидними властивостями, нових теплоізоляційних та інтумесцентних, негорючих полімерних композиційних матеріалів, виконання розрахунків рецептур нових матеріалів на основі аналізу ринку лакофарбових матеріалів, обґрунтування економічної доцільності створення та виробництва нових полімерних композиційних матеріалів, вміння аналізувати екологічну повноцінність нових композиційних матеріалів відносно вимог європейських стандартів і визначити заходи щодо покращення їх властивостей.

Для виконання розрахунків у додатках міститься інформація про параметри вихідних речовин для складання рецептур : оліє ємкість, укривістість, щільність пігментів, види функціональних адитивів, фізико-технічні властивості наповнювачів та плівко твірних речовин.

### **Загальні правила роботи і техніка безпеки для працюючих у хімічній лабораторії**

Під час роботи в хімічній лабораторії необхідно суворо дотримуватися таких загальних правил безпеки:

1. Студенти обов'язково повинні працювати в халатах, вони зобов'язані підтримувати чистоту й порядок на робочому місці в лабораторії.

2. Слід точно дотримуватись порядку й послідовності операцій, вказаних у даних методичних рекомендаціях. Не дозволяється приступати до виконання лабораторної роботи доти, доки студент не опанує всієї техніки її проведення.

3. Склянки з реактивами загального користування повинні знаходитись на визначеному місці; забороняється їх переносити на робочі столи. Слідкуйте за тим, щоб на всіх банках з реактивами були етикетки з написом назви речовини та її концентрації. Перед і після використання скляного посуду, його слід ретельно вимити.

4. Працювати в лабораторії слід обережно, не проливати і не просипати реактиви. Надлишки реактивів суворо забороняється зсипати чи зливати назад у склянку з чистими реактивами.

5. Досліди з легкозаймистими, леткими, вогненебезпечними, токсичними речовинами, або речовинами, які мають неприємний запах, слід проводити у витяжній шафі.

6. Забороняється зливати в раковину залишки кислот, лугів, вогненебезпечні рідини й рідини з сильним запахом; їх треба зливати в спеціальні склянки.

7. Категорично забороняється пробувати на смак або запах хімічні речовини, або пити воду з хімічного посуду.

8. Забороняється під час нагрівання рідин і твердих речовин у пробірках спрямовувати їх отвором на себе, або в бік студентів, які знаходяться поряд; забороняється нахилитись над склянками, або заглядати в пробірку зверху, щоб уникнути нещасного випадку в разі можливого викиду нагрітої речовини або уламків скла.

9. Прилади, які необхідно нагрівати, або з яких будуть виділятися гази не слід залишати закритими.

10. Категорично забороняється вмикати без дозволу викладача будь-які прилади й рубильники.

11. При всіх роботах, коли можливе розбризкування їдких речовин (переливання кислот, лугів, або подрібнення чи розтирання в ступках, сплавлення та ін.) необхідно одягати захисні окуляри.

12. Для попередження бурхливого закипання і викиду рідини, яка нагрівається до кипіння, необхідно користуватись «кипільками» (шматочками подрібненого фарфору або скляними кульками). «Кипілки» забороняється додавати в нагріту до кипіння рідину, їх слід вносити тільки в холодну рідину.

13. Під час розведення концентрованих кислот, особливо сульфатної, слід лити її у воду, а не навпаки.

14. У разі виникнення непорозумінь стосовно виконання дослідів лабораторної роботи необхідно припинити роботу й звернутися до викладача.

15. На робочому місці категорично забороняється вживати їжу та пити воду. Після закінчення роботи необхідно як слід вимити руки.

16. По закінченню роботи необхідно привести в порядок своє робоче місце.

17. У разі нещасного випадку слід негайно звернутися до викладача.

### **Допомога при термічних і хімічних опіках**

У разі термічного опіку уражене місце необхідно негайно протерти ватою, намоченою етиловим спиртом або розчином перманганату калію. У разі сильного опіку потрібно накласти стерильну пов'язку або накрити обпечене місце чистою тканиною і обов'язково звернутись до лікаря.

Концентровані кислоти (хлоридна, сульфатна, нітратна тощо) та луги їдкий натр, їдкий калій) при потраплянні на шкіру або в очі можуть завдати дуже тяжкі хімічні опіки. При опіках шкіри кислотою уражене місце слід негайно промити великою кількістю води, потім 3–5 %-вим розчином питної соди (гідрокарбонатом натрію) і знову ретельно промити водою. При потраплянні кислот або кислотної пари в очі, або до ротової порожнини, треба багаторазово промити їх струменем води, потім розчином питної соди та знову водою. При опіках шкіри їдкими лугами слід добре промити уражене місце водою (до зникнення відчуття слизькості), а потім 3–5 %-вим розчином оцтової (або борної) кислоти. В разі опіку очей лугом треба їх промивати під струменем води не менше 15 хв і негайно звернутися до лікаря.

# 1 Аналіз та розрахунки рецептур, технологія одержання та властивості нанокомпозиційних матеріалів та покриттів

Мета роботи полягає у розрахунку рецептури та одержанні нанокомпозиційного водно дисперсійного лакофарбового матеріалу на основі вибіленого відмитого від водорозчинних сполук бентоніта (ВВБ) і визначенні властивостей нанокомпозиційного матеріалу та його покриттів.

Методи розрахунків рецептур лакофарбових матеріалів відрізняються в залежності від типу матеріалу. Для водно дисперсійних матеріалів вихідними даними для розрахунків слугують такі фізико-технічні показники якості пігментів та наповнювачів як щільність, водоемкість та укривістість, вміст нелетких речовин. Показник водоемкості пігментів та наповнювачів аналогічний оліє ємкості як за фізичним сенсом, так і за методом визначення. Одиниці вимірювання водоемкості (г/100 г) пігменту або (г/1 г) пігменту. Для органорозчинних лакофарбових матеріалів використовують такі вихідні данні, як щільність, олієємкість та укривістість, вміст нелетких речовин. Одиниці вимірювання оліє ємкості (г/100г) пігменту. Для проведення розрахунків необхідно використовувати властивості адитивності та знаходити щільність суміші пігментів та наповнювачів за формулою:

$$\rho_{\text{(суміші)}} = (m_1 + m_2 + \dots + m_n) / [(m_1/\rho_1) + (m_2/\rho_2) + \dots + (m_n/\rho_n)], \quad (1)$$

де  $(m_1 + m_2 + \dots + m_n)$  – вага пігментів та наповнювачів за рецептурою;

$\rho_1 \dots \rho_n$  – щільності пігментів та наповнювачів.

Олієємкість суміші пігментів та наповнювачів ( $M_{1 \text{ (суміші)}}$ ) розраховують за формулою:

$$M_{1 \text{ (суміші)}} = M_{1(1)} \cdot \alpha_1 + \dots + M_{1(n)} \cdot \alpha_n, \quad (2)$$

де  $(M_{1(1)} \dots M_{1(n)})$  – олієємкість першого роду пігментів та наповнювачів,

$(\alpha_1 \dots \alpha_n)$  – вагові частки пігментів та наповнювачів з рецептур матеріалів в долях одиниці.

Важливими отправними точками для розрахунків рецептур лакофарбових матеріалів слугують величини КОКП та ОКП.

КОКП – критична об'ємна концентрація пігментів та наповнювачів розраховується за формулою:

$$\text{КОКП} = (V_1 + \dots + V_n) / [(V_1 + \dots + V_n) + V_{\text{н.ч.пл}}] = 1 / (1 + 0.001 \cdot M_{1 \text{ (суміші)}} \cdot (\rho_{\text{(суміші)}} / \rho_{\text{н.ч.пл}})), \quad (3)$$

де  $(V_1 + \dots + V_n)$  – об'єми пігментів та наповнювачів;

$V_{\text{н.ч.пл}}$  – об'єм нелеткої частини плівкотвірної речовини;

$\rho_{\text{н.ч.пл}}$  – щільність нелеткої частини плівкотвірної речовини.

ОКП – об’ємна концентрація пігментів та наповнювачів розраховується за формулою:

$$\text{ОКП} = (V_1 + \dots + V_n) / [(V_1 + \dots + V_n) + V_{\text{н.ч.пл}}] \quad (4)$$

Аналіз рецептур як воднодисперсійних, так і органорозчинних матеріалів проводиться з метою встановлення відповідності властивості матеріалу за розрахованою рецептурою параметрам лакофарбових матеріалів, прийнятим на початку розрахунку.

### 1.1 Завдання для самостійної підготовки

1. Визначити укривістість пігменту, що входить до складу емалі об’ємна концентрація пігменту в якій складає 8 %, а щільність основи лаку – 1,2 г/см<sup>3</sup> при товщині покриття 30 мкм із щільністю 1,8 г/см<sup>3</sup>.

2. Визначити, чому повинна дорівнювати щільність основи лаку, що входить до складу емалі, пігментна частина якої має щільність 3,8 г/см<sup>3</sup>, укривність 40 г/м<sup>2</sup> і об’ємну концентрацію 14 %. Укривність сухої плівки емалі складає 100 г/м<sup>2</sup>.

3. Визначить, чому повинна дорівнювати товщина покриття емалі, пігментна частина якої має щільність 4,2 г/см<sup>3</sup>, укривність 35 г/м<sup>2</sup> і об’ємну концентрацію 12 %. Укривність сухої плівки емалі складає 120 г/м<sup>2</sup>.

### 1.2 Теоретичні положення

Нанокмпозиційними називають матеріали, для яких характерні розміри часток 10 – 100 нм. Такі розміри частинок у деяких полімерів водних емульсій водно дисперсійних матеріалів, які застосовуються для одержання воднодисперсійних лакофарбових матеріалів. Таким чином, водно дисперсійні лакофарбові матеріали, що мають розміри часток полімерної дисперсії на нанометровому рівні належать до нанокмпозиційних лакофарбових матеріалів.

До нанокмпозиційних лакофарбових матеріалів відносять матеріали, як водно дисперсійні, так і органорозчинні, що мають пігменти та наповнювачі з розмірами часток 10 – 100 нм.

Третій тип нанокмпозиційних лакофарбових матеріалів – це матеріали на основі матеріалів шаруватої кристалічної будови, які утворюють нанокмпозити шляхом інтеркаляції іонів, атомів та молекул органічних та неорганічних речовин у між шарові проміжки неорганічних матриць.



Факт інтеркаляції неорганічних матриць легко ідентифікують методом рентгенофазового аналізу по збільшенню міжшарової відстані в кристалах внаслідок перебігання реакції інтеркаляції. Завдяки наномертвому рівню розмірів міжшарових проміжків до нанокмпозиційних лакофарбових матеріалів належать матеріали, що містять у своєму складі інтеркаляційні сполуки як у вигляді пігментів, так і у вигляді наповнювачів, а також функціональних домішок для покращення умов тверднення (сикативів, твердників), регуляції реологічних властивостей (тиксотропні добавки).

### 1.3 Розрахунок рецептур водно дисперсійних матеріалів

Сировина для виробництва воднодисперсійної фасадної фарби:

- 1) стирол-акрилова дисперсія, Akronal 290 D (50 %);
- 2) загущувач, метил гідроксіетилцелюлоза Wallocel;
- 3) диспергатор, Oratan 681;
- 4) коалесцент, монобутиловий ефір диетиленгліколю;
- 5) піногасник, FoamasterNXZ;
- 6) консервант, Rosima 363 N;
- 7) диоксид титану,  $\text{TiO}_2$  CR – 08;
- 8) ВВБ;
- 9) вода демінералізована.

Алгоритм складання рецептур воднодисперсійних матеріалів реалізується на підставі даних з водоємкості та щільності пігментів, укривістості пігментів, а також таких показників фарби як ОКП, укривістість та вміст нелетких речовин або сухий залишок.

Воднодисперсійні фасадні фарби, лідери продаж на ринку водно дисперсійних матеріалів, характеризуються наступними властивостями: вміст нелетких речовин 50 %, укривістість сухої плівки фарби не більше  $100 \text{ г/м}^2$ , ОКП від 40 до 60 %.

1. Розрахунок рецептури пігментної пасти. Пігментною складовою фарби обрані  $\text{TiO}_2$  (пігмент), сфен(наповнювач), ВВБ (наповнювач). З економічної точки зору доцільним є співвідношення  $\text{TiO}_2/\text{сфен} = 1/1$ ,  $\text{TiO}_2/\text{ВВБ} = 1/1$ , ОКП = 48,2 %, вміст нелетких сполук 50 %, укривістість сухої плівки  $120 \text{ г/м}^2$ .

Розрахунок пігментної пасти починається з розрахунку водоемкості обраної суміші пігментів ( $V_{\text{сум}}$ ) (в 1 г суміші міститься 0,25 г  $\text{TiO}_2$ , 0,25 г сфену та 0,5 г ВВБ); Водоемкість пігментної суміші розраховуємо за формулою:

$$V_{\text{сум}} = V(\text{TiO}_2) \cdot \alpha(\text{TiO}_2) + V(\text{ВВБ}) \cdot \alpha(\text{ВВБ}) + V(\text{сфен}) \cdot \alpha(\text{сфен}), \quad (5)$$

де  $V(\text{TiO}_2)$ ,  $V(\text{ВВБ})$ ,  $V(\text{сфен})$  – показники водоемкості пігменту та наповнювачів, відповідно 0.3, 0.6, 0.5;

$\alpha(\text{TiO}_2)$ ,  $\alpha(\text{ВВБ})$ ,  $\alpha(\text{сфен})$  – вагова частка пігменту та наповнювачів у суміші, 0,25, 0,5, 0,25 відповідно.

$$V_{\text{сум}} = 0.25 \cdot 0.3 + 0.5 \cdot 0.6 + 0.25 \cdot 0.5 = 0,5$$

Також до пігментної пасти входять функціональні добавки, оптимальний вміст яких обрано на підставі літературних даних, а саме вміст диспергатора Oratan 681 1 % від маси пігментної складової, загущувача Wallocel 1 % від маси води та піногасник Foamaster NXZ 0,3 % від маси пігментної пасти.

Складаємо рецептуру пігментної пасти з урахуванням вихідних властивостей фарби та заносимо одержані результати розрахунків у таблицю 1.1.

Таблиця 1.1– Рецептура пігментної пасти

Компонент	Вага, г	Вагова частка, %	Вагова частка, %
$\text{TiO}_2$ CR – 08	0.25	99,7	16,45
Сфен	0.25		16,45
ВВБ	0.5		32,9
Вода демінералізована	0.5		32,9
Oratan 681	0.01		0,66
Wallocel метил гідроксіетилцелюлоза	0.005	0.3	0,34
FoamasterNXZ	-		0,3
ВСЬОГО	1.515	100	100

Розраховуємо об'єм, який займає 100 г пігментної пасти та заносимо до таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Об'ємне співвідношення компонентів пігментної пасти

Компонент	Вага, г	Щільність, г/см <sup>3</sup>	V, мл	Об'ємна частка, %
TiO <sub>2</sub> CR – 08	16,45	4	4,11	7,315
Сфен	16,45	2,8	5,88	10,465
ВВБ	32,9	2,7	12,19	21,69
Вода демінералізована	32,9	1	32,9	58,55
Oratan 681	0,66	1,09	0,61	1,09
Wallocel метил гідроксietилцелюлоза	0,34	2	0,17	0,3
FoamasterNXZ	0,3	0,9	0,33	0,59
ВСЬОГО	100		56,19	100

Щільність пігментної пасти, розрахована за формулою (1) складає:

$$\rho_{n.n} = m_{n.n}/V_{n.n}$$

$$\rho_{п.п} = 100\text{г}/56.19 \text{ мл} = 1,78 \text{ г/см}^3$$

$$\text{ОКП} = 48,2 \%$$

## 2. Розрахунок рецептури фарби

Розрахунок кількості плівко утворювача, необхідного для фарби, у якості якого використовуємо стирол – акрилову дисперсію Akronal 290 D (50 %), здійснюється за допомогою значення ОКП, яке дорівнює 48,2 %. Отже об'єм плівкоутворювача  $V_{п/у} = 51,8$  мл а об'єм пігментної пасти відповідно  $V_{п.п} = 48,2$  мл. ОКП характеризує співвідношення пігмент/плівкоутворювач (100 %), тому треба враховувати вміст основної речовини. Результати розрахунків співвідношення паста/латекс заносимо до таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Результати розрахунків співвідношення пігментна паста/латекс

Компонент	V, мл	Щільність, г/см <sup>3</sup>	Вага, г	Вагова частка, %
Пігмент	48,2	2,97*	143,15	56,13
Латекс (100%)	51,8	1,08**	55,945	-
Латекс (50%)	-	1,04	111,89	43,87
ВСЬОГО	-	-	255,04***	100

\* – щільність пігментної суміші розраховується за формулою (1):

$$\rho_{\text{с.п}} = 1/[(0,25/4)+(0,25/2,8)+(0,5/2,7)] = 2,97 \text{ г/см}^3$$

\*\* – щільність 100 % латексу розраховувалася наступним чином:

В 1 г латексу міститься 0,5 г води та 0,5 г дисперсії, отже можна скласти рівняння наступного виду

$$1 \text{ мл (латексу50\%)} = 0,5 \text{ мл (води)} + 0,5 \text{ мл (латексу100 \%)}$$

$$1 \text{ г/1,04 г/см}^3 = 0,5 \text{ г/1 г/см}^3 + 0,5 \text{ г/х г/см}^3 \rightarrow \text{х} = 0,5/(0,962 - 0,5) = 1,08 \text{ г/см}^3$$

\*\*\* – маса пігментної пасти + латекс 50% = 143,15 + 111,89 = 255,04 г

До складу фарби також входять наступні функціональні добавки, у кількості обраній на підставі літературних даних, консервант Rosima 363 N, асоціативний загущувач AcrysolRM – 2020 та коалесцент монобутиловий ефір диетиленгліколю відповідно 1 %, 0,5 %, 2 %.

Результати розрахунків рецептури водно дисперсійної фарби наведені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Результати розрахунків рецептури водно дисперсійної фарби

Компонент	Вага, г	Вагова частка, %	Вагова частка, %
1	2	3	4
Пігментна частина	56,13	96,5	41,74

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4
Вода	28,07		20,88
Oratan 681	0,93		0,69
Wallocel	0,26		0,19
FoamasterNXZ	0,5		0,37
Латекс (50%)	43,87		32,63
Rosima 363 N	-	3,5	1
Acrysol RM - 2020	-		0,5
Монобутиловий ефір диетиленгліколю	-		2
ВСЬОГО	129,76	100	100

Вага води, Oratan 681, Wallocel, FoamasterNXZ розрахована пропорційно до ваги пігментної частини на підставі даних таблиці 1.1.

На підставі даних з таблиць 1.1 – 1.4 складаємо загальну рецептуру фарби та заносимо результати розрахунків до таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Результати розрахунків загальної рецептури фарби

Компонент	Паста, вагові %	ВДФ, вагові %	Суха плівка, г	Суха плівка, %
1	2	3	4	5
TiO <sub>2</sub> CR – 08	16,45	10,435	10,435	17,405
Сфен	16,45	10,435	10,435	17,405
ВВБ	32,9	20,87	20,87	34,81
Вода демінералізована	32,9	20,88	–	–
Oratan 681	0,66	0,69	$0,69 \cdot 0,35 = 0,24$	0,40
Wallocel метил гідроксietилцелюлоза	0,34	0,19	$0,19 \cdot 0,94 = 0,18$	0,30
FoamasterNXZ	0,3	0,37	0,37	0,62

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4	5
Латекс 50%	-	32,63	$32,63 \cdot 0,5 = 16,32$	27,22
Rosima 363 N	-	1	1	1,67
Acrysol RM - 2020	-	0,5	$0,5 \cdot 0,2 = 0,1$	0,17
Монобутиловий ефір диетиленгліколю	-	2	-	-
ВСЬОГО	100	100	59,95	100

Після розрахунку рецептури водно дисперсійної фарби необхідно зробити аналіз отриманої рецептури за показниками вміст нелетких сполук фарби, ОКП.

Вміст нелетких сполук = 60 %

Укривістість фарби:  $\text{Укривістість TiO}_2 = 30 \text{ г/м}^2$ , вміст  $\text{TiO}_2$  з сфеном складає 34,81 % отже

$30 \text{ г/м}^2 \rightarrow 34,81 \%$

$x \text{ г/м}^2 \rightarrow 100 \%$        $x = 86,2 \text{ г/м}^2$

Укривстість фарби =  $86,2 \text{ г/м}^2$

$$\text{ОКП} = \frac{(17.405 + 17.405 + 34.81) / 2,97}{\frac{(17.405 + 17.405 + 34.81)}{2,97} + \frac{27,22}{1,04}} = 48,2 \%$$

Аналіз розрахованої рецептури водно дисперсійної фарби свідчить про невідповідність показників вмісту нелетких сполук, укривстісті фарби, ОКП значенням, які були прийняті на початку розрахунків. Значення показників якості водно дисперсійної фарби, прийняті на початку розрахунків та одержані для розрахованої рецептури наведені в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6– Вихідні значення показників якості фарби, прийняті для розрахунків та показники якості фарби за розрахованою рецептурою

№	Назва показників	Вихідні значення показників якості фарби, прийняті для розрахунків	Значення показників якості фарби за розрахованою рецептурою
1	ОКП, %	від 40 до 60 %	48,2
2	Укривстість фарби, $\text{г/м}^2$	86,2	100
3	Вміст нелетких речовин, %	50	60

У зв'язку з невідповідністю показників фарби за розрахованою рецептурою показникам фарби, прийнятим на початку розрахунків необхідно виконати корегування рецептури фарби. Корегування рецептури фарби призведе до підвищення конкурентоспроможності фарби, бо нова рецептура дозволить одержати здешевлену фарбу. Дійсно, зменшення вмісту нелетких речовин з 60 % до 50 % дозволить на 10 % збільшити кількість найбільш дешевого компонента фарби – води, збільшення укривістості фарби за рахунок зменшення вмісту пігментів також зменшить вартість фарби.

### 3. Корегування рецептури фарби.

Розрахунок оптимального співвідношення пігмент/наповнювач для надання укривістості  $100 \text{ г/м}^2$ , виглядає так:

$$30 \text{ г/м}^2 \rightarrow x \%$$

$$100 \text{ г/м}^2 \rightarrow 100\% \quad x = 30 \%$$

Таким чином, вміст в сухій плівці фарби  $\text{TiO}_2$  із сфеном повинен складати 30 %, вміст ВВБ дорівнювати  $(17,405 + 17,405 + 34,81) - 30 = 39,62 \%$ .

Співвідношення  $\text{TiO}_2/\text{ВВБ} = 3/4$

Уточнюємо вміст латексу, функціональних добавок та води для сухого залишку фарби 50% та отримуємо остаточну рецептуру фасадної водно дисперсійної фарби, наведену в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 Рецептура фасадної вододисперсійної фарби

Компонент	Паста, вагові %	ВДФ, вагові %	Суша плівка, г	Суша плівка, %
1	2	3	4	5
$\text{TiO}_2$ CR – 08	10,62	7,5	7,5	15
Сфен	10,62	7,5	7,5	15
ВВБ	28,32	20	20	40
Вода демінералізована	49,3	34,8	-	-
Oratan 681	0,5	0,35	0,35	0,7
Wallocel метил гідроксietилцелюлоза	0,5	0,35	0,35	0,7
FoamasterNXZ	0,4	0,2	0,2	0,4

Продовження таблиці 1.7

1	2	3	4	5
Латекс 50%	-	26,4	$26,4 \cdot 0,5 = 13,2$	26,4
Rosima 363 N	-	0,4	0,4	0,8
Acrysol RM - 2020	-	0,5	0,5	1
Монобутиловий ефір діетиленгліколю	-	2	-	-
ВСЬОГО	100	100	50	100

$$\rho_{с.п} = \frac{1}{\frac{\%пiгм}{\rho_{пiгм}} + \frac{\%нап}{\rho_{нап}}} = \frac{15 + 15 + 40}{\frac{15}{4} + \frac{15}{2,8} + \frac{40}{2,7}} = 2,93 \text{ г/см}^3$$

#### 4. Аналіз отриманої остаточної рецептури фарби:

Вміст нелетких речовин = 50%

Укривістість: укривістість  $\text{TiO}_2$  = 30г/м<sup>2</sup>, вміст  $\text{TiO}_2$  із сфеном складає 30 %  
отже

$$30\text{г/м}^2 \rightarrow 30 \%$$

$$x \text{ г/м}^2 \rightarrow 100 \% \quad x = 100 \text{ г/м}^2$$

Укривістість сухої плівки фарби = 100 г/м<sup>2</sup>

$$\text{ОКП} = \frac{(15 + 15 + 40) / 2,93}{\frac{(15 + 15 + 40)}{2,93} + \frac{26,4}{1,04}} = 48,5 \%$$

Таким чином, розроблена рецептура фасадної вододисперсійної фарби, задовільняє необхідним вимогам до такого виду матеріалів, а саме:

укривістість сухої плівки фарби = 100 г/м<sup>2</sup>,

ОКП = 48,5 % (об.),

вміст нелетких речовин = 50 % (ваг.).

### 1.4 Технологія одержання

Основу технології водно дисперсійних матеріалів складають два процеси: отримання пігментної пасті шляхом диспергування пігментів у водній фазі у



присутності цільових домішок та поєднання пігментної пасти з плівкотвірною дисперсією.

Ці процеси можуть бути здійснені у різних варіантах технологічної схеми в залежності від типу обладнання для диспергування, вибір якого обумовлений сферою застосування матеріалу та необхідною дисперсністю. Для одержання архітектурних водно дисперсійних матеріалів для інтер'єрів та фасадів будівель одним з економічних є метод отримання без застосування бісерних млинів.

В цьому випадку диспергування проводять у дисольвері, процес виробництва підлягає математичному опису, що дозволяє здійснити комп'ютерне автоматизоване керування.

В залежності від властивостей пігментів та наповнювачів при диспергуванні у дисольвері ступінь перетиру складає 40–60 одиниць за прибором «Клин». Така низька ступінь диспергування припустима для фарб будівельного призначення. Таким чином обираємо технологічний процес з наступними стадіями:

1. Виготовлення водної фази напівфабрикату.
2. Виготовлення пігментної пасти.
3. Складання фарби і постановка на «тип».

### **1.5 Визначення одиничних показників якості одержаних наноконпозиційних матеріалів та покриттів на їхній основі**

Одержану фарбу після фільтрації випробують для визначення показників якості. Результати випробувань необхідно занести до таблиці 1.8.

Таблиця 1.8 – Фізико-технічні властивості наноконпозиційних матеріалів та покриттів на їхній основі

Назва показників	Фактичні значення показників
1	2
Зовнішній вигляд	
Масова частка нелетких речовин, %	
рН фарби	

Продовження таблиці 1.8

1	2
Укривістість висушеної плівки, г/м <sup>2</sup> , не більше	
Стійкість плівки до статистичного впливу води при температурі (20±2) °С, не менш, год	
Умовна в'язкість за віскозиметром типу ВЗ-246 з діаметром сопла 6 мм при температурі (20.0±0.5)°С, не менше	
Ступінь перетиру, мкм, не більше	
Блиск, % не менше	
Час висихання до ступеня 3, при температурі (20±2) °С, не більше, год.	
Морозостійкість фарби, цикли, не менше	

Звіт про виконання лабораторної роботи повинен містити наступну інформацію:

1. Заповнені таблиці 1.8, 1.9
2. Протокол № 1.

Таблиця 1.9 – Результати аналізу напівфабрикату, пігментної пасти для наноконпозиційної водно-дисперсійної фарби

№	Найменування матеріалу	Значення показника
1	Напівфабрикат	
1.1	Вязкість,с	
1.2	pH	
2	Пігментна паста	
2.1	Ступінь дисперсності, мкм	
2.2	pH	

ПРОТОКОЛ №1  
до лабораторної роботи з навчальної дисципліни  
«Нові полімерні композиційні матеріали спеціального призначення»  
«Аналіз та розрахунки рецептур, технологія одержання та властивості  
нанокомпозиційних матеріалів та покриттів»

(назва матеріалу)		
№ з/п	Назва інформаційних параметрів	Фактичні дані
1.	Перелік міжнародних стандартів	
2.	Тип та марка матеріалу	
3	Умови експерименту, температура випробувань, °C	
4.	Відхилення від стандарту	
5.	Дата та час вимірювання	
7.	П,і та п/б дослідника	

## 2. Аналіз та розрахунки рецептур, технологія одержання та властивості водно дисперсійних бактерицидних матеріалів та покриттів на їхній основі

### 2.1 Завдання для самостійної підготовки

1. Чому до складу водно дисперсійних матеріалів додають бактерицидні добавки?
2. Чи можна використовувати пігменти як бактерицидні складові лакофарбових матеріалів?
3. Які мікроорганізми можуть утворюватися у лакофарбових матеріалах та покриттях при зберіганні та транспортуванні?
4. Наведіть приклади та охарактеризуйте хімічний склад консервантів для лакофарбових матеріалів.
5. Які чинники впливають на активність консервантів у складі лакофарбових матеріалів?
6. Назвіть наслідки дії мікроорганізмів у об'ємі водно дисперсійного матеріалу
7. Навести приклади біоцидів в покритті та консервантів у тарі
8. Які вимоги висуваються до пігментів- бактерицидних домішок?

9. Скільки міліграмів токсичних іонів виділяють зі 100см<sup>2</sup>поверхні такі бактерицидні пігменти як мідь (І) оксид і ртуть (ІІ) оксид, барій метаборат  $BaB_2O_4 \cdot nH_2O$ ?

10. Антисептики для захисту деревини, класифікація

11. Які пігменти найпоширеніші у складах для фарбування підводної поверхні морських суден для запобігання обростанню їх молюсками, водоростями?

12. Які механізми дії отруйних пігментів вам відомі?

## 2.2 Теоретичні положення

Останні роки характеризуються інтенсивними дослідженнями в області розробки різних видів лакофарбових матеріалів, що володіють підвищеною біологічною активністю та активно впливають на різні види патогенних бактерій, грибів, вірусів.

Тільки в позаминулому столітті людина дізналася, що світ його сусідів нескінченно ширше, ніж він уявляв, - поруч з ним завжди і всюди міради невидимих друзів і ворогів. Але боротьба з агресивними і потужними силами мікросвіту супроводжує людство всю його історію. Були поразки, коли полчища хвороботворних бактерій або вірусів викошували цілі міста і країни; траплялися і перемоги – медицина створювала нову зброю проти них. Але цей шлях боротьби, схоже, нескінченний, як сама еволюція.

Екологічна безпека населення при застосуванні лакофарбових матеріалів в усьому світі стає одним з найважливіших напрямків технічної політики.

Виробництво екологічно чистих та безпечних для людини та довкілля матеріалів з більш жорсткими вимогами щодо вмісту шкідливих для людини речовин – летючих органічних сполук, важких металів в найближчі десятиріччя буде визначальною для розвитку лакофарбових технологій. Не менш актуальною є проблема зниження імунітету населення в цілому. Інфекції та епідемії з важкими наслідками постійно відбуваються в різних регіонах. Місця масового скупчення людей – лікарні, пологові будинки, пенітенціарні установи, ринки, комбінати харчування – стали зоною серйозної епідеміологічної небезпеки. Останнім часом людство шукає способи боротьби з інфекціями, що передаються повітряно-крапельним шляхом. Широко застосовуються методи зниження мікробного забруднення – покриття стін керамічною плиткою, щоденна промивка стін дезінфікуючими розчинами – дорогі, трудомісткі і малоефективні. Більш того, одне з найбільш ефективних дезінфікуючих засобів – розчин хлораміну – має канцерогенні властивості, викликає алергію і, нейтралізуючи

мікробне забруднення, одночасно негативно впливає на здоров'я персоналу. Якщо ВД-ЛФМ при зберіганні в тарі заражаються мікроорганізмами, це може призводити до утворення «сироватки» (розшарування) або до зміни в'язкості. Далі через виділення газу може підвищуватися тиск в тарі, і виникає неприємний запах. Ризик зараження ВД-ЛФМ виникає при використанні природних загусників і наповнювачів. Отже, при зберіганні ЛФМ в тарі необхідно використовувати такі ж водорозчинні активні речовини або їх поєднання, як і для зберігання дисперсій. Консерванти в тарі. Крім хлорметілізотіазолінона, 2-метил-і 1,2-бензізотіазолінона, для антимікробної захисту матеріалу при зберіганні використовують бромнітропропандіол (бронопол), формальдегід і сполуки на його основі. Біоциди в покритті. У складі ЛФМ, призначених для зовнішніх покриттів, особливо по деревині, для запобігання мікробного зараження підкладки і руйнування покриття під дією біокорозії необхідно додавати в фарбу з'єднання з альгіцидними або фунгіцидною активністю. Несприятливим фактором при їх використанні є низька розчинність в воді активної речовини. Загальна кількість таких сполук в рецептурі становить 0,5–2,0 % (по масі). Активна речовина біоцидів - карбаматів (діметиддітіокарбонат цинку, карбендазим, 3-йодпропаргіл-N-бутілкарбамат, метілбензімідазол-2-ілкарбамат), а також ізотіазолінони (октілізо-тіазолінон, 4,5-діхлорокстілізотіазолінон), похідні сечовини і триазинове з'єднання. Органічні сполуки олова (оксид трибутилолова, нафтенат трибутилолова) і з'єднання ртуті в даний час не застосовуються через їх токсичності. Перспективи розвитку біоцидних лакофарбових матеріалів полягають у пошуку нових та створенні універсальних матеріалів для біоцидного захисту, бо існуючі і відомі матеріали, які містять пентахлорфенолят натрію, тіурамз екологічної точки зору токсичні для людини і теплокровних тварин.

Нові біоактивні речовини повинні відповідати величезній кількості вимог гігієністів, виробників, споживачів. На відміну від уже відомих добавок вони повинні бути не тільки екологічно повноцінними і практично повністю нешкідливими для людини, але і досить універсальними - мати високу біоцидну активність до різних бактерій, мікробів, вірусів і дезинфікувати навколишнє середовище, причому досить тривалий час. І при цьому треба вирішувати суто технологічні завдання, адже одна з основних проблем модифікації лакофарбових матеріалів новими добавками – забезпечення сумісності. Крім того, склади нового покоління за своїми показниками повинні відповідати величезній кількості суто технічних вимог: висока стабільність і стійкість при зберіганні; дуже низька летючість, збереження високої активності в рецептурі лакофарбових

матеріалів протягом тривалого часу; відсутність запаху і впливу на колір і інші органолептичні властивості матеріалів.

### 2.3 Аналіз та розрахунки рецептури матеріалу

Для одержання водно дисперсійного матеріалу з високою стійкістю до біодеградації матеріалу і покриттів на його основі застосовується багато різних біоцидів (див. Додаток А, табл. А.1). Для розрахунку рецептури необхідно використовувати інформацію виробників біоцидних добавок та літературні данні. В лабораторній роботі обрана імпортна добавка – консервант.

«Rosima 622», виробник – фірма Rohmand Haas. Властивості добавки: щільність –  $1040 \pm 0,02$  кг/м<sup>3</sup>, рН 1 % розчину –  $6,5 \pm 1$ . Rosima243 – консервант, який уявляє собою комбінацію активних речовин у рідкій формі для зберігання (консервування) водних продуктів у тарі. Забезпечує ефективний контроль за виникненням бактерій та грибків у зачинених системах, таких як дисперсійні фарби. Співвідношення між плівкотвірною речовиною та пігментною частиною у значній мірі визначає фізико-механічні та захисні властивості покриття. Цю величину характеризують значенням об'ємної концентрації пігменту (ОКП). Абсолютне значення критичної об'ємної концентрації пігменту (КОКП) у значній мірі характеризує рівномірність розподілу пігментних часток у структурі плівки. Ступінь адсорбційної насиченості поверхні часток латексу та часток пігменту поверхнево активною речовиною суттєво впливає на характер такого розподілу. При використанні адсорбційно-ненасичених дисперсій молекули ПАР не заважають взаємодії полімерних часток з поверхнею пігменту. Проте у зв'язку із значною мікро-неоднорідністю отриманих при цьому плівок, у їх склад вдається ввести порівняно невелику кількість пігментів.

Якщо необхідно отримати максимально зміцнену латексну плівку, то треба виходити з адсорбційно ненасиченого латексу та використовувати гідрофобний пігмент у невеликій кількості. Введення максимальної кількості пігменту з метою одержання покриття з комплексом міцносних характеристик можливо при використанні гідрофільних пігментів, адсорбційно насиченого латексу та гарно стабілізованої водної дисперсії пігменту. Велике значення мають відносні розміри часток пігменту та полімеру. При використанні ультра-дисперсних латексів та грубо-дисперсних пігментів вдається досягнути значення КОКП 70 %. У той час КОКП фарб, у яких розмір часток плівкотвірної речовини є великий (наприклад, ПВА фарби з розміром полімерних часток 0,5–10 мкм), не перевищує 45 %. Таким чином, у водно-дисперсійних фарбах не слід прагнути

застосування ультра-дисперсних пігментів. Проте застосування латексів з малими розмірами дисперсійних часток є необхідним. Використання цього принципу дозволяє суттєво збільшити ступінь наповнення та вкривність покриттів, відповідно. Це, у свою чергу, призведе до зниження вартості одиниці поверхні фарбування.

## **2.4 Технологія одержання водно-дисперсійних бактерицидних матеріалів**

Особливістю виробництва наповнених ВД ЛФМ полягає у тому, що пігменти не можна диспергувати у плівкотвірній речовині, оскільки водні дисперсії полімерів не стійкі до механічного впливу та присутності сторонньої твердої мікрофази. Недотримання оптимальних гідродинамічних та адсорбційних умов може призвести до флокуляції та флотації пігментів, зниженню блиску, вкривності та зміни кольору, подовженню часу диспергування. Процес диспергування пігментів можна розділити на три основні стадії. Перша відповідає змочуванню водою агрегатів та первинних часток пігментів, витискування з їх поверхні адсорбованих газів та вологи. Друга стадія – подрібнення, на якій агломерати руйнуються до більш менших часток з більшою поверхнею розділу фаз. Це повинно призводити до утворення первинних часток з адсорбційно-сольватними шарами. Енергетично насичена після прилеглих механічних зусиль система прагне повернутися у перше початкове низько енергетичне становище, при якому частки диспергованого пігменту асоціюються з утворенням флокулянтів.

Третя стадія – стабілізація пігментної дисперсії для запобігання небажаної флокуляції.

Вплив на процес змочування та стабілізації здійснюється за допомогою ПАР, до яких відносяться змочувальні та дисперсійні домішки.

Ефективність процесу диспергування визначається:

- мінімальним часом процесу, енерго- та трудовитратами;
- достатньо високим ступенем дисперсності пігментної суспензії та її стабільності (незмінною при зберіганні та використанні).

Сучасне виробництво фарб передбачає застосування: ефективного та високопродуктивного обладнання; прогресивних рецептур фарб, у яких збалансовані та вузько спеціалізовані усі компоненти (майже не допускається їх заміна); поверхнево-модифікованих пігментів та наповнювачів, які мають регламентований розподіл часток за розмірами, тобто полідисперсність, що дозволяє більшості з них диспергуватися без застосування диспергуючого обладнання, тобто безпосередньо у дисольвері; спеціалізованих

домішок: змочувателів, диспергаторів–стабілізаторів, без яких неможливе сучасне виробництво пігментних суспензій, особливо у водному середовищі. Складення здійснюється шляхом стабілізації пасти акриловою дисперсією. Важливо, що коалесцент та консервант додаються на останньому етапі виготовлення фарби. Рецептuru фарби наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Рецептuru водно дисперсійної бактерицидної фарби

№	Компоненти	Кількість, % (ваг.)
1.	Пігментна паста	61,21
2.	Коалесцент	2,82
3.	Акрилова дисперсія	32,77
4.	Матуюча домішка	0,94
5.	Ззущувач акриловий	0,38
6.	КонсервантRosima243	1,88
РАЗОМ		100,00

Рецептура пігментної пасти наведена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Рецептuru пігментної пасти

№	Найменування компонентів	Кількість, % (ваг.)
1.	Напівфабрикат	43,86
2.	Диоксид титану	
3.	Оміакарб	
4.	Тальк	
РАЗОМ		100.00



Рецептура напівфабрикату наведена в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Рецептuru напівфабрикату

№	Найменування компонентів	Кількість, % (мас.)	Завантажено, кг
1.	Вода	97,29	972,9
2.	Згущувач	0,89	8,9
3.	Диспергатор	1,04	10,4
4.	Піногасник	0,78	7,8
РАЗОМ		100.00	1 000.00

## 2.5 Визначення одиничних показників якості водно-дисперсійних бактерицидних матеріалів та покриттів на їхній основі

Одержану фарбу після фільтрації випробують для визначення показників якості. Результати випробувань необхідно занести до таблиці 2.4

Таблиця 2.4—Фізико-технічні властивості наноконпозиційних матеріалів та покриттів на їхній основі

Назва показників	Фактичні значення показників
1	2
Зовнішній вигляд	
Масова частка нелетких речовин, %	
pH фарби	

Продовження таблиці 2.4

1	2
Укривістість висушеної плівки, г/м <sup>2</sup> , не більше	
Стійкість плівки до статистичного впливу води при температурі (20±2) °С, не менш, год	
Умовна в'язкість за віскозиметром типу ВЗ-246 з діаметром сопла 6 мм при температурі (20.0 ± 0.5)°С, не менше	
Ступінь перетиру, мкм, не більше	
Блиск, % не менше	
Час висихання до ступеня 3, при температурі (20 ± 2) °С, не більше, год.	
Морозостійкість фарби, цикли, не менше	

Звіт про виконання лабораторної роботи повинен містити наступну інформацію:

1. Заповнені таблиці 2.4, 2.5
2. Протокол № 1.

Таблиця 2.5 – Результати аналізу напівфабрикату, пігментної пасти для нанокompозиційної водно-дисперсійної фарби

№	Найменування матеріалу	Значення показника
1	Напівфабрикат	
1.1	Вязкість,с	
1.2	pH	
2	Пігментна паста	
2.1	Ступінь дисперсності, мкм	
2.2	pH	

ПРОТОКОЛ № 2  
до лабораторної роботи з навчальної дисципліни  
«Нові полімерні композиційні матеріали спеціального призначення»  
**«Аналіз та розрахунки рецептур, технологія одержання та властивості  
водно-дисперсійних бактерицидних матеріалів  
та покриттів на їхній основі»**

(назва матеріалу)

№п/п	Назва інформаційних параметрів	Фактичні дані
1.	Перелік міжнародних стандартів	
2.	Тип та марка матеріалу	
3	Умови експерименту, температура випробувань, °С	
4.	Відхилення від стандарту	
5.	Дата та час вимірювання	
7.	П/і та п/б дослідника	

**3. Аналіз та розрахунки рецептур, технологія одержання та властивості  
водно-дисперсійних теплоізоляційних матеріалів  
та покриттів на їхній основі**

За останні півстоліття з'явилося багато синтетичних наповнювачів в формі мікросфер, що зумовило розробку лакофарбових матеріалів цільового та загального призначення. Теплоізоляційна фарба з мікросферами, як наповнювачами – це гідроізоляційний і антикорозійний матеріал для вирішення низки дрібних побутових проблем, пов'язаних з промерзанням стін, утворенням конденсату, утворенням цвілі і грибка, усуненням «містків холоду».

Метою лабораторної роботи є розрахунок рецептури, розробка технологічного процесу виготовлення, одержання водно дисперсійного теплоізоляційного матеріалу з застосуванням керамічних мікросфер як наповнювача та визначення властивостей матеріалу та покриттів на його основі.

### 3.1 Завдання для самостійної підготовки

1. Переваги теплоізоляційних водно дисперсійних лакофарбових матеріалів.
2. З якою метою використовують мікросфери у складі лакофарбових матеріалів?
3. Які типи мікросфер застосовують для виготовлення теплоізоляційних матеріалів?
4. Який вплив на блиск покриттів здійснюють скляні та керамічні мікросфери?
5. Як впливає наповнення лакофарбових матеріалів мікросферами у кількості до двох відсотків на фізико-механічні властивості матеріалів та покриттів?
6. Як впливає наповнення лакофарбових матеріалів скляними та керамічними мікросферами на показник паропроникнення покриттів?
7. Яким чином можна підвищити протикорозійні властивості покриттів на основі матеріалів із мікросферами?

### 3.2 Теоретичні положення

Мікросфери хімічно стійки, інертні і володіють низькою щільністю (вона становить у скляних сфер  $0,12\text{--}0,60\text{ г/см}^3$ ) і світлорозсіюванням. На відміну від інших природних наповнювачів мікросфери не зможуть змінити колір фарб. Вони підвищують їх криючу здатність, сприяючи тим самим економії дуже дорогих пігментів, наприклад діоксиду титану. Керамічні та скляні мікросфери змочуються водою (задовільно) і органічними розчинниками. Також вони добре себе зарекомендували як в орґано розчинних лакофарбових матеріалах, так і в водно-дисперсійних. Щоб поліпшити їх змочування часто застосовують обробку відповідними ПАР або модифікують поверхню (апретують). Товщина стінки коливається в межах - від 0,5 до 2,0 мкм. Низьку теплопровідність мають газонаповнені мікросфери. Наприклад, сфери марки Скотчлай мають теплопровідність від 0,044 до 0,187 Вт/мК.

Рушійною силою для включення скляних мікросфер в склади лакофарбових матеріалів було прагнення до зниження кількості летючих органічних сполук. Порожні сфери знайшли своє застосування в теплоізоляційних покриттях для різних будівельних і транспортних галузей, а також в покриттях, що володіють звукоізоляційним ефектом. Недавні нововведення в технології скла дозволили отримати порожнисті мікросфери з істинною щільністю  $0,25\text{ г / см}^3$  і нижче з розподілом часток за розмірами, що підходять для фасадних та інтер'єрних фарб.

### 3.3 Аналіз та розрахунки рецептури матеріалу

Розрахунок рецептури водно дисперсійної теплоізоляційної фарби провести відповідно до вимог розділу 1.3. Рецептура теплоізоляційної фарби з використанням керамічних мікросфер наведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1–Рецептура фасадної водно-дисперсійної фарби

Компонент	Паста, вагові %	ВДФ, вагові %
TiO <sub>2</sub> CR – 08	10,62	7,2
Сфен	10,62	7,2
Оміакарб	23,32	19,3
Керамічні мікросфери	5,0	4,4
Вода демінералізована	49,3	33,6
Oratan 681	0,5	0,35
Wallocel метил гідроксietилцелюлоза	0,5	0,35
FoamasterNXZ	0,4	0,2
Латекс 50%	—	25,5
Rosima 363 N	—	0,4
Acrysol RM - 2020	—	0,5
Монобутиловий ефір диетиленгліколю	—	1
ВСЬОГО	100	100

### 3.4 Технологія одержання водно-дисперсійних теплоізоляційних матеріалів на керамічних мікросфер

Процес виробництва теплоізоляційної фарби з використанням керамічних мікросфер складається з наступних стадій:

- 1) прийом і підготовка сировини;
- 2) виготовлення водної фази;
- 3) виготовлення пігментної пасти;
- 4) складання фарби й постановка її на «тип»;
- 5) фільтрація й фасування фарби.

Мікросфери додаються на стадії виготовлення пігментної пасти. Для запобігання спінювання у дисольвері необхідно провести попереднє змочування мікросфер у окремій ємкості для витиснення адсорбованого повітря з поверхні мікросфер.

### **3.5 Визначення одиничних показників якості одержаних водно-дисперсійних теплоізоляційних матеріалів із керамічними мікросферами та покриттів на їхній основі**

Водно-дисперсійна теплоізоляційна фарба для фасадів – це суспензія пігментів та наповнювачів у акриловій водній дисперсії з додаванням керамічних мікросфер та інших цільових домішок.

Визначені показники якості фарби необхідно занести до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Показники якості акрилової теплоізоляційної фарби для фасадів

Найменування показника	Норма згідно з ДСТУ 20833
1	2
1. Колір плівки фарби	Після висихання повинен знаходитися в межах встановлених відхилень, що допускаються зразком (еталонами) кольору
2. Зовнішній вигляд	Після висихання фарба повинна утворити плівку з рівною однорідною матовою поверхнею
3. Масова частка нелетких речовин, %	52–57
4. Ступінь перетиру, мкм, не більш	70
5. рН	8,0–9,0
6. В'язкість за ВЗ-4 (діаметр сопла 4 мм) при (20±0,5°C), сек., не менш	12
7. Ступінь розбавлення до в'язкості 28 – 30 сек. За ВЗ – 246 з діаметром сопла 4 мм, %, не більш	20
8. Морозостійкість, цикли, не менш	5
9. Укривистість в перерахунку на суху плівку, г/м <sup>2</sup> , не більш	100

Продовження таблиці 3.2

1	2
10. Еластичність плівки при вигині, мм, не більш	1
11. Час висихання до ст.3 при (20±2°C), ч., не більш	1
12. Стійкість покриття до статичної дії води, год., не менш	4

Звіт про виконання лабораторної роботи повинен містити наступну інформацію:

1. Заповнену таблицю 3.3, 3.4.
2. Протокол № 3.

Таблиця 3.3 – Результати аналізу напівфабрикату, пігментної пасти для водно-дисперсійної теплоізоляційної фарби

№	Найменування матеріалу	Значення показника
1	Напівфабрикат	
1.1	В'язкість, с	
1.2	pH	
2	Пігментна паста	
2.1	Ступінь дисперсності, мкм	
2.2	pH	

Таблиця 3.4 – Властивості одержаної водно дисперсійної теплоізоляційної фарби

Назва показників	Фактичні значення показників
1	2
1. Колір плівки фарби	
2. Зовнішній вигляд	

Продовження таблиці 3.4

1	2
3. Масова частка нелетких речовин, %	
4. Ступінь перетиру, мкм, не більш	
5. рН	
6. В'язкість за ВЗ-4 (діаметр сопла 4 мм) при $(20 \pm 0,5^\circ\text{C})$ , сек., не менш	
7. Ступінь розбавлення до в'язкості 28–30 сек. За ВЗ – 246 з діаметром сопла 4 мм, %, не більш	
8. Морозостійкість, цикли, не менш	
9. Укривистість в перерахунку на суху плівку, $\text{г/м}^2$ , не більш	
10. Еластичність плівки при вигині, мм, не більш	
11. Час висихання до ст.3 при $(20 \pm 2^\circ\text{C})$ , ч., не більш	
12. Стійкість покриття до статичної дії води, год., не менш	

ПРОТОКОЛ №3

до лабораторної роботи

«Аналіз та розрахунки рецептур, технологія одержання та властивості воднодисперсійних теплоізоляційних матеріалів із керамічними мікросферами та покриттів на їхній основі»

(назва матеріалу)

№ з/п	Назва інформаційних параметрів	Фактичні дані
1.	Перелік міжнародних стандартів	
2.	Тип та марка матеріалу	
3	Умови експерименту, температура випробувань, $^\circ\text{C}$	
4.	Відхилення від стандарту	
5.	Дата та час вимірювання	
7.	П,і та п/б дослідника	



## **4 Аналіз та розрахунки рецептур, технологія одержання та властивості інтумесцентних та негорючих матеріалів та покриттів на їхній основі**

Перший інтумесцентний склад дослідив Гей-Люсак 200 років тому. Гей-Люсак досліджував суміш фосфату амонію та бури як вогнезахисний матеріал для деревини, товщина шару якого збільшувалася при горінні. З 1930 по 1935 рік у США було випробувано 130 матеріалів, найкращим з яких був визнаний діамоній фосфат. Термін – «інтумесценція» Бешле та Ольсен битум – фосфорна кислота.

### **4.1 Завдання для самостійної підготовки**

1. Переваги теплоізоляційних водно дисперсійних лакофарбових матеріалів.
2. З якою метою використовують мікросфери у складі лакофарбових матеріалів?
3. Які типи мікросфер застосовують для виготовлення теплоізоляційних матеріалів?
4. Який вплив на блиск покриттів здійснюють скяні та керамічні мікросфери?
5. Як впливає наповнення лакофарбових матеріалів мікросферами у кількості до двох відсотків на фізико-механічні властивості матеріалів та покриттів?
6. Як впливає наповнення лакофарбових матеріалів скляними та керамічними мікросферами на показник паро проникнення покриттів?
7. Яким чином можна підвищити протикорозійні властивості покриттів на основі матеріалів із мікросферами?

### **4.2 Теоретичні положення**

Мікросфери хімічно стійки, інертні і володіють низькою щільністю (вона становить у скляних сфер  $0,12 - 0,60 \text{ г/см}^3$ ) і світлорозсіюванням. На відміну від інших природних наповнювачів мікросфери не зможуть змінити колір фарб. Вони підвищують їх криючу здатність, сприяючи тим самим економії дуже дорогих пігментів, наприклад діоксиду титану. Керамічні та скляні мікросфери змочуються водою (задовільно) і органічними розчинниками. Також вони добре себе зарекомендували як в органорозчинних лакофарбових матеріалах, так і в водно-дисперсійних. Щоб поліпшити їх змочування часто застосовують обробку відповідними ПАР або модифікують поверхню (апретують). Товщина стінки коливається в межах – від 0,5 до 2,0 мкм. Низьку теплопровідність мають

газонаповнені мікросфери. Наприклад, сфери марки Скотчлай мають теплопровідність від 0,044 до 0,187 Вт/мК.

Рушійною силою для включення скляних мікросфер в склади лакофарбових матеріалів було прагнення до зниження кількості летючих органічних сполук. Порожні сфери знайшли своє застосування в теплоізоляційних покриттях для різних будівельних і транспортних галузей, а також в покриттях, що володіють звукоізоляційним ефектом. Недавні нововведення в технології скла дозволили отримати порожнисті мікросфери з істинною щільністю  $0,25 \text{ г / см}^3$  і нижче з розподілом часток за розмірами, що підходять для фасадних та інтер'єрних фарб.

### 4.3 Аналіз та розрахунки рецептури матеріалу

Складаючи рецептуру фарби, керуємось такими вимогами до властивостей фарби.

Вогнезахист не нижче четвертої групи (межа вогнестійкості 60 хвилин) для металоконструкцій с приведеною товщиною 3,4 мм, при товщині сухого шару покриття не менше 1,25 мм та для деревини не нижче першої групи вогнезахисної ефективності за ГОСТ 16363-98 при товщині сухого шару 0,33–0,4 мм з витратою фарби 0,6–0,7 кг/м<sup>2</sup>.

Характеристики сировини для виготовлення фарби наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Характеристики сировини для виготовлення інтумесцентної фарби

Найменування сировини	Показники, обов'язкові до перевірки, одиниці вимірювання	Значення
1	2	3
Латекс	1. Зовнішній вигляд	Рідина
	2. Сухий залишок, %	
	3. рН	
	4. В'язкість за Брукфільдом (шпіндель 3,60 об/хв.), МПа·с	500–2 500
	5. Мінімальна температура плівкотворення, °С	12–16
	6. Розмір часток, мкм	
	7. Густина, г/см <sup>3</sup>	

Продовження таблиці 4.1

1	2	3
Згущувач	1. Зовнішній вигляд 2. Вміст води, %, не більш 3. Вміст солей, %, не більш 4. Розмір часток, мкм, не більш	білий порошок
Диспергатор	1. Вміст нелетких речовин, % 2. рН при 25 °С 3. Густина, кг/м <sup>3</sup> 4. В'язкість за Брукфільдом (шпіндель 3,60 об/хв.), МПа·с	6,5 – 7,5  1,25 – 1,35
Коалесцент Дибутилгліколь ацетат	1. Густина, кг/м <sup>3</sup> 2. Температура замерзання, °С 3. Температура кипіння, °С 4. В'язкість, мПа. с при 25 °С 5. Поверхневий натяг, Дин/см при 25 °С 6. Розчинність г/100 г при 25 °С	970  -64 191  1,6 27,4 1,5
Піногасник Foamaster NXZ	1. Вміст активної речовини, % 2. Густина, кг/м <sup>3</sup>	860–910 –7,5
Консервант Rosima 622	1. Густина, кг/м <sup>3</sup> 2. рН 1 % розчину	1040 ± 0,02 6,5 ± 1

Продовження таблиці 4.1

1	2	3
	1. Вміст діоксиду титану, не менш	
	2. Вміст діоксиду титану рутильної форми, %, не менш	
	3. Вміст летких сполук	

<p>, %, не  біл  ьш  4.  Вмі  ст  вод  оро  зчи  нни  х  спо  лук  , %  , не  біл  ьш  5.  рН  вод  ної  вит  яжк  и  6.  Зал  иш  ок  на  сит  і з  сітк  ою  №  004  5,  мм</p>	
---	--

	<p>7. Розбілююча здатність, умовні одиниці</p> <p>8. Укривність, <math>\text{г/м}^2</math>, небілш</p>	
Пентриг	<p>Молеклярна вага</p> <p>Температура плавлення</p> <p>Насипн</p>	



	и,  рН при 25 °С в роз чин у  Роз мір Ч <sub>[В1]</sub> аст ок, мк м Нас ипн а щіл ьні сть, г/с м <sup>3</sup> . Щі льн ість , кг/ м3	
--	--	--

Закінчення таблиці 4.1

1	2	3
Н а	Масова частка оксиду фосфора	



п	Масова частка вологості, %, не	
о	більше.	
в	Масова частка азоту (N), %	
н	Температура розпаду, °С.	
ю	Розчинність у воді при 25 °С, г/100	
в	см <sup>3</sup>	
а	В'язкість при 25 °С в 10 %	
ч	суспензії, мПа*с.	
П	7. рН 10% водної суспензії	
о	8. Середній розмір часток, мкм.	
л	Насипна густина, кг/м <sup>3</sup>	
і	Густина, кг/м <sup>3</sup>	
ф		
о		
с		
ф		
а		
т		
А		
м		
о		
н		
ія		

**Згущувач** Vermocoll – неіоногенний водорозчинний ефір целюлози з підвищеною біостабільністю. Цей продукт покращує консистенцію, стабільність та водоутримання у водоосновних фарбах та інших продуктах готових до застосування.

**Диспергатор** OrotanN-4045 – диспергатор на основі полікарбонової кислоти. Він добре сумісний з модифікаторами реології на основі лугорозчинних дисперсій, що забезпечує відмінну стабільність в'язкості. До головних особливостей будови молекул диспергаторів можна віднести наявність фрагментів, які володіють спорідненням до дисперсійної середи пігментної суспензії, та груп, які взаємодіють з активними центрами поверхні пігменту (анкерів).

**Коалесцент** Характеристики етиленгліколя н-бутилового ефіру ацетат (бутилгліколяацетат)  $C_4H_9OCH_2CH_2OC(O)CH_3$

Високо киплячий, повільно випаровується, ефірний розчинник, сумісний із спиртами та кетонами, має обмежену розчинність в воді і хорошу сумісність з різними смолами. Показує властивості близькі до аліфатичних ароматичних вуглеводнів і може бути використаним для заміни цих розчинників для покращення малярних властивостей. Повільна випаровуваність Butyl Cellosolve Acetate також робить його ідеальним для використання в спеціалізованих покриттях.

**Піногасник** FoamasterNXZ – піногасник (суміш аліфатичних вуглеводородів та емульгаторів) для емульсійних фарб, які створюються на основі стирол-бутадієну, акрилатів і т. д. Молекули піногасника, завдяки розташуванню між молекулами ПАР, можуть призводити до дестабілізації шарів, руйнуванню та зникненню бульок повітря.

**Консервант** Rosima 622 – консервант, який уявляє собою комбінацію активних речовин у рідкій формі для зберігання (консервування) водних продуктів у тарі. Забезпечує ефективний контроль за виникненням бактерій та грибків у зачинених системах, таких як дисперсійні фарби.

Розрахунок рецептури водно дисперсійної інтумесцентної фарби провести відповідно до вимог розділу 1.3.

Рецептура інтумесцентної фарби наведена в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Рецептура інтумесцентної фарби

Компоненти	Кількість, % (ваг.)	Щільність, кг/м <sup>3</sup>
1. Етилен-вінілацетатна дисперсія DairenEVADA-		
2. Вода		
3. Згущувач		
4. Коалесцент (дибутилгліколь ацетат)		
5. Консервант		

Продовження таблиці 4.2

--	--	--

6. Диспергатор		
Піногасник		
8. Диоксид титану		
9. Поліфосфат амонію		
10. Пентаеритрит		
Меламін		
РАЗОМ:		

#### **4.4 Технологія одержання інтумесцентних та негорючих матеріалів та покриттів на їхній основі**

В залежності від властивостей пігментів та наповнювачів при диспергуванні пігментної пасти у дисольвері ступінь перетиру складає 60–40 одиниць за прибором «Клин». Така низька ступінь диспергування припустима для фарб будівельного призначення. Для інтумесцентної фарби ступінь перетиру не має такого важливого значення, бо товщина нанесеного покриття має бути від 100 мкм для досягнення вогнезахисту конструкцій, яку вимагають стандарти. Процес виробництва інтумесцентної фарби з використанням інтумесцентних домішок складається з наступних стадій:

- 1) прийом і підготовка сировини;
- 2) виготовлення водної фази;
- 3) виготовлення пігментної пасти;
- 4) складання фарби й постановка її на «тип»;
- 5) фільтрація й фасування фарби.

Інтумесцентні домішки додаються на стадії виготовлення пігментної пасти.

#### 4.5 Визначення одиничних показників якості одержаної інтумесцентної та негорючої фарби та покриттів на її основі

Інтумесцентна фарба для фасадів – це суспензія пігментів та наповнювачів у акриловій водній дисперсії з додаванням інтумесцентних та інших цільових домішок.

Визначені показники якості фарби необхідно занести до таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Показники якості інтумесцентної та негорючої фарби та покриттів на її основі

Найменування показника	Норма згідно з ДСТУ 20833
1. Колір плівки фарби	Після висихання повинен знаходитися в межах встановлених відхилень, що допускаються зразком (еталонами) кольору
2. Зовнішній вигляд	Після висихання фарба повинна утворити плівку з рівною однорідною матовою поверхнею
3. Масова частка нелетких речовин, %	52–57
4. Ступінь перетиру, мкм, не більш	70
5. рН	8,0–9,0
6. В'язкість за ВЗ-4 (діаметр сопла 4 мм) при (20±0,5°C), сек., не менш	12
7. Ступінь розбавлення до в'язкості 28 – 30 сек. За ВЗ – 246 з діаметром сопла 4 мм, %, не більш	20
8. Морозостійкість, цикли, не менш	5
9. Укривистість в перерахунку на суху плівку, г/м <sup>2</sup> , не більш	100
10. Еластичність плівки при вигині, мм, не більш	1
11. Час висихання до ст.3 при (20±2°C), ч., не більш	1
12. Стійкість покриття до статичної дії води, год., не менш	4

Звіт про виконання лабораторної роботи повинен містити наступну інформацію:

1. Заповнену таблицю 4.3, 4.4.
2. Протокол № 4.

Таблиця 4.3 – Результати аналізу напівфабрикату, пігментної пасти для водно-дисперсійної теплоізоляційної фарби

№	Найменування матеріалу	Значення показника
1	Напівфабрикат	
1.1	В'язкість, с	
1.2	pH	
2	Пігментна паста	
2.1	Ступінь дисперсності, мкм	
2.2	pH	

Таблиця 4.4 – Властивості одержаної водно-дисперсійної теплоізоляційної фарби

Назва показників	Фактичні значення показників
1	2
1. Колір плівки фарби	
2. Зовнішній вигляд	
3. Масова частка нелетких речовин, %	
4. Ступінь перетиру, мкм, не більш	
5. pH	
6. В'язкість за ВЗ-4 (діаметр сопла 4 мм) при $(20 \pm 0,5^{\circ}\text{C})$ , сек., не менш	
7. Ступінь розбавлення до в'язкості 28–30 сек. За ВЗ – 246 з діаметром сопла 4 мм, %, не більш	

Продовження таблиці 4.2

1	2
8. Морозостійкість, цикли, не менш	
9. Укривистість в перерахунку на суху плівку, г/м <sup>2</sup> , не більш	
10. Еластичність плівки при вигині, мм, не більш	
11. Час висихання до ст. 3 при (20 ± 2°C), ч., не більш	
12. Стійкість покриття до статичної дії води, год., не менш	

ПРОТОКОЛ № 4

до лабораторної роботи

**«Аналіз та розрахунки рецептур, технологія одержання та властивості інтумесцентних та негорючих матеріалів та покриттів на їхній основі»**

---

(назва матеріалу)

№ з/п	Назва інформаційних параметрів	Фактичні дані
1.	Перелік міжнародних стандартів	
2.	Тип та марка матеріалу	
3	Умови експерименту, температура випробувань, °C	
4.	Відхилення від стандарту	
5.	Дата та час вимірювання	
7.	П/і та п/б дослідника	

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Казакова О. О. Вододисперсійні лакофарбові матеріали будівельного призначення / О. О. Казакова, О. М. Скороходова. – М. : ООО Пейн-Медіа, 2005 – 234 с.
2. Брок Т. Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям / Т. Брок, М. Гротеклаус, П. Мишке. – М. : Пейнт-Медиа, 2004 – 369 с.
3. Загальна хімічна технологія : підручник / [В. Т. Яворський, Т. В. Перекупко, З. О. Знак, Л. В. Савчук]. – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 552 с.
4. Сологуб М. А. Технологія конструкційних матеріалів : підручник М. А. Сологуб, І. О. Рожнецький, О. І. Некоз. – Київ : Вища шк., 2003. – 300 с.
5. Борисенко Ю. В. Матеріали сучасної техніки та захист від руйнування : навч. посібник / Ю. В. Борисенко. – Київ : КНУТД, 2016. – 111 с.
6. Барановський В. Б. Сучасні українські будівельні матеріали, вироби та конструкції: науково-практичний довідник / В. Б. Барановський, О. П. Бондаренко, О. М. Гавриш. – Київ : Асоціація «ВСВБМВ», 2012. – 664 с.

## Додаток А

Таблиця А.1 – Мінімальна концентрація біоцидів по відношенню до окремих видів мікроскопічних грибів

Вид микромицета	МИК, %				
	Troysan polyphase AF-3	Rosima 243	Fungitrol L 30	Биоцик Т	Nuosept 78
<i>Alt. alternata</i>	0,1	0,2	0,1	0,4	0,07
<i>A. niger</i>	0,1	0,2	0,5	0,4	0,08
<i>A. ustus</i>	0,4	0,3	0,5	0,5	0,07
<i>A. terreus</i>	0,5	0,08	0,1	0,4	0,08
<i>Tr. viride</i>	0,1	0,1	0,5	0,15	0,09
<i>F. moniliforme</i>	0,5	0,08	0,5	0,5	0,05
<i>P. ochrochloron</i>	0,5	0,2	0,5	0,5	0,03
<i>P. brevicompactum</i>	0,5	0,3	0,5	0,5	0,03
<i>P. chrysogenum</i>	0,1	0,3	0,5	0,2	0,05
<i>P. martensii</i>	0,5	0,1	0,1	0,5	0,05
<i>P. funiculosum</i>	0,1	0,08	0,1	0,2	0,05
<i>Gliocladium virens</i>	0,4	0,1	0,1	0,5	0,08

Аналіз МИК біоцидів показав, що найбільшою фунгіцидною активністю володіють препарати Rosima 243 та Nuosept 78, а найменшою – Біоцик Т.



Таблиця А.2 – Дослідження стійкості до дії мікроскопічних грибів ЛФМ у складі біоцидних препаратів

Материал	Эмаль ЭП-572		Лак УР-231		Эмаль ФЛ-62		Эмаль МЛ-165	
Биоцид	Г	Ф	Г	Ф	Г	Ф	Г	Ф
Fungitrol L 30	+ 0,75	+ 1,25	+ 0,75	+ 1,0	+ 0,5	+ 0,75	+ 0,5	+ 0,75
Troysan polyphase AF-3	+ 0,75	+ 1,25	+ 0,5	+ 0,75	+ 0,75	+ 1,0	+ 0,75	+ 1,0
Rosima 243	+ 0,5	+0,75	+ 0,75	+1,25	+ 1,25	-2,0	+ 1,25	+2,0
Nuosept 78	+ 0,5	+0,75	+ 0,75	+1,0	+ 1,0	+1,5	+ 1,0	+1,5
Биоцик Т	+ 1,5	+2,0	+ 1,5	+2,0	+ 1,5	-2,0	+ 1,5	-2,0
Грибостойкость материала без биоцида, балл	4	5	4	5	3	5	4	5

Г – концентрация биоцида, % обеспечивающая ЛКМ грибостойкие свойства

Ф – концентрация биоцида, % обеспечивающая ЛКМ фунгицидные свойства

«+» – наличие защитного эффекта

«-» – отсутствие защитного эффекта

Таблиця А.3 – Фізико-технічні властивості білих пігментів

Назва	Білизна, %	Укривістість, г/м <sup>2</sup>	Оліє ємкість, г/100 г	Термо стійкість, °С	Хімічна стійкість	
					ОН <sup>-</sup>	Н <sup>+</sup>
1	2	3	4	5	6	7
1. Титан (IV) оксид  Диоксид титана, титанові білила	96–97	32–45	20–30	250–300 (а)	+	+
	94–96	30–40	16–25	200–300 (р)	+	+

Продовження таблиці А 3

1	2	3	4	5	6	7
2. Цинк оксид, цинкові білила	95–97	110–140	12–20	400–700	+	–
3. Цинк сульфід	98	35	13–14	600	+	–
4. Литопон	90–94	110–140	11–15	600–700	+	–
5. Основний карбонат свинцю, свинцеві білила	95	160–220	9–14	200	–	–
6. Основний сульфат свинцю, свинцеві білила сульфатні	95	90	8–10	200	–	–

Таблиця А. 4 – Фізичні властивості наповнювачів груп карбонатів та сульфатів

Назва	Формула	Стандарт	Твердість за шкалою Мооса, у.о.	Щільність · 10 <sup>3</sup> , кг/м <sup>3</sup>
1. Карбонат кальцію природний – кальцит, крейда	CaCO <sub>3</sub>	ASTM D1199  DIN 55918  BS 1795	3,0	2,7
2. Карбонат кальцію осаджений	CaCO <sub>3</sub>	ТУ 5743-003-05346-453-97 DIN 55918	3,0	2,65–2,70
3. Доломіт, карбонат кальцію та магнію	$n\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3n = 1,18, 1,24$	ГОСТ 236-72–79 DIN 55919	3,0	2,75–2,90
4. Сульфат барій природний, барит, польовий шпат	BaSO <sub>4</sub>	ASTM D602 DIN 55911 BS 1795	3,0–3,5	4,4–4,5
5. Сульфат барія синтетический, бланфикс	BaSO <sub>4</sub>	ASTM D602 DIN 55911 BS 1795	2,5–3,5	4,1–4,5

Таблиця А.5 – Фізичні властивості наповнювачів групи кремнеземів

Назва	Формула	Стандарт	Твердість за шкалою Мооса, у. о.	Щільність · 10 <sup>3</sup> , кг/м <sup>3</sup>
1 Діоксид кремнію природний: аморфний (діатоміт, кізельгур)	SiO <sub>2</sub> 72–88 %	ASTM D604 DIN 55630 BS 1795	6,0	1,9–2,3
2 Діоксид кремнію кристалічний (кварц)	SiO <sub>2</sub> 99 %	DIN 55926	7,0	2,65
3. Діоксид кремнію: синтетичний силікагель	SiO <sub>2</sub>	DIN 55921	6,0	2,0–2,2
4. Аеросил		DIN 55921	6,0	2,2

Таблиця А.6 – Фізичні властивості наповнювачів групи алюмосилікатів

Назва	Формула	Стандарт	Твердість за шкалою Мооса, у. о.	Щільність · 10 <sup>3</sup> , кг/м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5
1. Каолін, силікат алюмінію природний	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	ASTM D602 DIN 55922-A, B	2,5	2,58–2,63
2. Силікат алюмінію природний, бентоніт, колоїдна глина	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , приміси: $\text{Fe}_2\text{O}_3$ – 1,7 %, $\text{MgO}$ – 2 % $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ – 2,2 %	DIN 55922-C, D	2–5	1–2,8
3. Тальк, силікат магнію природний	$3\text{Mg} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \cdot \text{H}_2\text{O}$	ASTM D605 DIN 55924	1,0	2,6–2,8

Продовження таблиці А.6

1	2	3	4	5
4. Воластоніт, метасилікат кальцію, дощати й шпат	$\text{CaSiO}_3$		4,5–5,0	2,8–2,9
5. Силікат кальцію синтетичний	$\text{CaSiO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	DIN 55921		1,9 –2,4
6. Слюда, алюмосилікат калію або магнію: мусковіт	$\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	ASTM D607 DIN 55607 BS 1795		2,74–2,88
флогопіт	$3\text{MgO} \cdot 1,5\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot$ $\cdot 8\text{SiO}_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$		2,5	2,36
7. Гідроксид алюмінію, прозорі білила	$\text{Al}(\text{OH})_3$	ISO 1247 ASTM D962 DIN 55628 BS 1795		2,0–2,3

Таблиця А.7 – Фізико-технічні властивості наповнювачів групи алюмосилікатів

Назва	Удільна поверхня, м <sup>2</sup> /г	Середній розмір частин, мкм	Показник переломлення вакуум/алкід	Білизна, у. е.	Олієємність г/100 г	Термостій- кість, °С	рН	Хім. стійкість	
								ОН <sup>-</sup>	Н <sup>+</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Каолін, силікат алюмінію природний	13–20	0,5–7,0	1,56/1,0	80–90	40–55	400	4,5–6	+	–
2. Силікат алюмінію природний, бентоніт, колоїдна глина	13–20	0,5–5,0	1,58–1,61/ /1,02–1,04	50–90	50–60	250	4–9	+	+
3. Тальк, силікат магнію природний	8–10	20–90	1,54–1,59/ /0,99–1,03	70–90	30–50	500	8–9,5	+	+
4. Воластоніт, метасилікат кальцію, дощатий шпат	4,0–8,0	20–60	1,63/1,04	85–90	20–26	600	8–12	+	+
5. Силікат кальцію синтетичний	8,0–10,0		1,55–1,63/ /1,00–1,05	93 –95		600	8 –12	+	–

Продовження таблиці А.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6. Слюда, алюмосилікат калію або магнію: мусковіт		Пластинки діаметром 5–150 мкм	1,58–1,59/ /1,50–1,55	70–80	20–50	600	7–9,5	+	+
флогопіт	1–5					1000		+	–
7. Гідроксид алюмінію, прозорі білила	60–70	0,1–1,0	1,54–1,57	88–93	80–150	120	7–9	–	–



Таблиця А.8. Фізичні та фізико-технічні властивості хроматичних пігментів

Назва	Показник перелом- лення світла	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$S_{\text{пит}}$ , м <sup>2</sup> /г	Укривіс- тість, N, г/м <sup>2</sup>	$M_I$ , г/100г	$T_{\text{терм.}}$ , °C	Хім стійкість	
							ОН <sup>-</sup>	H <sup>+</sup>
Жовті пігменти								
1. Жовтий залізо оксидний пігмент	2,27-2,35	3.8- 3.9	11- 17	12-20	35-70	180	+	-
2. Марс жовтий прозорий	2,35	3.4	100- 125	50-150	40-60	160	+	-
3.Жовті камініові пігменти	2,52 (CdS)	4.2- 4.5	2-7	30-60	27-40	450	+	-
4.Жовті кадмопони	2,52 (CdS)  1,64 (BaSO <sub>4</sub> )	4.5	5-6	60-65	25-40	450	+	-
5. Жовті свинцеві крона	2.3-2.65	5.7- 6.1	16- 30	45-60	15-25	150	-	-
6.Помаранчевий грунтовочний свинцевий крон	2.31	6.0	8-10	45-60	7.5- 8.5	160	-	-
7.Цинковий малярний крон.  Основний хромат цинку та калію		3.4- 3.6	5.0	100-125	20-25	120	-	-

8.Хромат стронцію, стронцієвий крон, стронцієвий жовтий		3.7-3.8	3.0-4.0	70-90	15-25	1000	-	-
9.Титанат нікелю		4.6		38-40	18-20	800	+	+
10.Жовтий залізо цинковий пігмент		4.5	5.0-6.0	12-20	20-25	800	+	+
Назва	Показник переломлення світла	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$S_{\text{пит}}$ , м <sup>2</sup> /г	Укривіс-тість, N, г/м <sup>2</sup>	$M_I$ , г/100г	$T_{\text{терм.}}$ , °C	Хім стійкімть	
							ОН <sup>-</sup>	H <sup>+</sup>
Червоні пігменти								
11.Червоні кадмієві пігменти	2,52	4.8-5.4	1.3-6.5	25-35	18-32	400	+	-
12.Червоні кадмопони	2,52(CdS·CdSe)  1.64 (BaSO <sub>4</sub> )	4.8-5.0				400	+	-
13.Ртутна киновар,  Ртуть сульфід	2.91-3.27	8.1	5.0	20.0	25	400	+	-
14.Ртутно-кадмієві пігменти		5.1-5.2		15.0-25.0	20-30	300	+	-

15.Свинцево-молібдатні крони	2.3	5.5-5.8	12.4-12.7	20-24	20-23	200	-	-
16.Червоні залізо оксидні пігменти	2.87	4.5-5.0	2.0-11.0	6-15	15-40	500	+	+
17.Коричньовий залізо оксидний пігмент		4.9	8.0-15.0	10-12	30-36	250	+	-
18.Коричньовий залізо оксидний пігмент сумішевий		4.0-4.5	7.0-12.0	9-15	30-50	180	+	-
19.Марс помаранчевий прозорий	2.87	4.2	100-120	Прозорий	40-60	160	+	-
20.Марс коричньовий темний прозорий		3.9		Прозорий	65-80	180	+	-
21. Титанат хрома						280	+	+
22.Коричневий пігмент на основі оксидів металів		5,0-5,5	9,0-10,0	10-12	25-35	800	+	+

Назва	Показник перелом- лення світла	ρ, кг/м <sup>3</sup>	S <sub>пит</sub> , м <sup>2</sup> /Г	Укривіс- тість, N, г/м <sup>2</sup>	M <sub>I</sub> , г/100Г	T <sub>терм.</sub> , °C	Хім стійкімть	
							ОН <sup>-</sup>	Н <sup>+</sup>
Зелені пігменти								
23. Оксид хрома  Хром (III) оксид	2,5	4,1- 5,0	2,0- 4,0	12-14	15-20	1000	+	+
24.Смарагдова зелена,  Зелень Гіньє	1,9	3,3	44- 50	50-70	65-90	200	+	+
25.Зеленві кобальтові пігменти		5,4- 5,8	3,8- 5	60-70	10-20	800	-	-
26.Зелений титанат кобальта		4,7- 5,1	1,5	18-25	20-25	800	+	+
Назва	Показник перелом- лення світла	ρ, кг/м <sup>3</sup>	S <sub>пит</sub> , м <sup>2</sup> /Г	Укривіс- тість, N, г/м <sup>2</sup>	M <sub>I</sub> , г/100Г	T <sub>терм.</sub> , °C	Хім стійкімть	
Сині пігменти								
27.Ультрама рин	1,55	2,5	6,0- 45	100-120	35-50	250	+	-
28.Синій кобальт,	1,74	4,3	30- 35	75-90	40-60	1000	+	+

алюмінат кобальту								
29.Синій силікат кобальта-цинка		3,9- 4,0	1,5- 2,0	70-80	50-70	1000	+	+
30.Хром- кобальт зелено- блакитний		4,3	3,6	35-45	20-25	1000	+	+
31.Церулеум,  Пігмент небесно- блакитний		6,1- 6,3	3,2	60-70	15-20	800	+	+
32Марганцево- блакитний пігмент		4,4	1,4	80	14-18	400	+	-
33Лазур залізна,  Залізна блакить,  Мілорі,  Берлінська синя,  Пруська синя,  Китайська синя		1,85- 1,92	30- 35	10-12	30-60	150	-	-
Назва	Показник перелом- лення світла	ρ, кг/м <sup>3</sup>	S <sub>пит</sub> , м <sup>2</sup> /г	Укривіс- тість, N, г/м <sup>2</sup>	M <sub>I</sub> , г/100г	T <sub>терм.</sub> , °C	Хім стійкімть	
Фіолетові пігменти								

34.Кобальт фіолетово- темний		2,6	3,8	65-75	15-35	800	-	-
35.Кобальт фіолетовий  світлий		2,8	1,5	160-200	60-85	140	-	-
36.Марганцевий фіолетовий  Мінеральний фіолетовий		2,6- 2,7	4,0- 8,0	34-45	20-30	300	-	-
Назва	Показник перелом- лення світла	ρ, кг/м <sup>3</sup>	S <sub>пит</sub> , м <sup>2</sup> /г	Укривіс- тість, N, г/м <sup>2</sup>	M <sub>I</sub> , г/100г	T <sub>терм.</sub> , °C	Хім стійкімть	
Чорні пігменти								
37.Чорний залізооксидний пігмент, магнетит синтетичний	2,42	4,5- 4,9	3,0- 8,0	8,0-10,0	18-30	150- 170	+	+
38.Чорний термостійкий пігмент на основі оксидів металів		5,2	2,0- 7,0	6,0-8,0	15-30		+	-
39.Черні:  Кістка палена  «Слонова кістка»,		2,3	44- 50	10-15	60-75	300	+	+

Виноградна чорна		1,6	50-70	15-17	45-55			
Персикова чорна		1,5	40-50	10-12	50-60			
40.Вуглець технічний:	1,97	1,6-2,0		Менше10		300	+	+
	Середні розмір часток, нм:	S <sub>пит:</sub> :		M <sub>I</sub> , г/100г:	pH:			
Г,К	13-30							
П	20-80	90-250		250-900	2,0-4,5			
Л	90-100	30-100		200-450	7,0-9,0			
Т	200-350	18-30		120-280	7,5-8			
		10-20		50-80	7,0-8,0			

*Виробничо-практичне видання*

Методичні рекомендації  
до виконання лабораторних робіт  
з навчальної дисципліни

**«НОВІ ПОЛІМЕРНІ КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ  
СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ»**

*(для студентів I курсу денної форми навчання  
освітнього рівня «магістр» за спеціальністю  
161 – Хімічні технології та інженерія)*

Укладач **ГУРІНА** Галина Іванівна

Відповідальний за випуск *І. С. Зайцева*

*За авторською редакцією*

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2020, поз. 90 М.

---

Підп. до друку 13.05.2020    Формат 60 × 84/16  
Друк на ризографі    Ум. друк. арк. 3,5  
Тираж 50 пр.    Зам. №

Видавець і виготовлювач :  
Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.  
Електронна адреса : [rectorat@kname.edu.ua](mailto:rectorat@kname.edu.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи :  
ДК № 5328 від 11.04.2017.